

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 82107448.1

51 Int. Cl.³: **H 04 B 3/36**, **H 04 L 25/20**,
H 04 L 25/03, **H 04 B 3/04**

22 Anmeldetag: 16.08.82

30 Priorität: 20.08.81 DE 3132972

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**, Berlin
und München Wittelsbacherplatz 2,
D-8000 München 2 (DE)

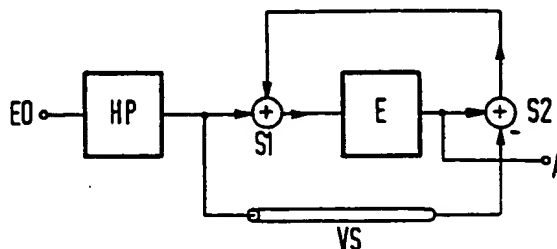
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.03.83
Patentblatt 83/10

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI NL**
SE

72 Erfinder: **Meyer, Fritz, Dr.-Ing.**, Wilfostrasse 5,
D-8034 Unterpfaffenhofen (DE)

54 **Regenerator für digitale Signale mit quantisierter Rückkopplung.**

57 Bei der Übertragung von digitalen Signalen über ferngespeiste Übertragungsstrecken wird aufgrund der Verwendung von Fernspeiseweichen der niederfrequente Signalanteil unterdrückt. Zur Wiedergewinnung des niederfrequenten Signalanteils wird beim Stand der Technik vom Ausgang des Entscheiders ein niederfrequenter Signalanteil über einen Tiefpaß auf den Entscheideringang zurückgekoppelt. Bei hohen Signalfrequenzen ergeben sich Schwierigkeiten hinsichtlich des Abgleichs des Tiefpasses, die durch Streuungen der Hochpaßeigenschaften der vorgeschalteten Fernspeiseweichen verstärkt werden. Erfindungsgemäß wird deshalb die Differenz zwischen dem entsprechend verzögerten Eingangssignal (VS) und dem Ausgangssignal des Entscheiders (E) gebildet und diese als Rückkopplungssignal verwendet. Die Verwendung erfolgt insbesondere in Systemen für mehrstufige PCM-Signale mit Bitraten von über ein GBit/s.



EP 0 073 400 A1

0073400

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen:

VPA

81 P 6 5 1 5 E

5 Regenerator für digitale Signale mit quantisierter
Rückkopplung

Die Erfindung betrifft einen Regenerator für digitale Si-
gnale mit quantisierter Rückkopplung zur Wiedergewin-
10 nung der bei der Übertragung der digitalen Signale unter-
drückten Signalanteile, mit einem Entscheider, der neben
einem Amplitudenentscheider auch einen Zeitentscheider
enthalten kann und dessen Verstärkungsgrenzfrequenz etwa
der höchsten Signalfrequenz entspricht und mit einer Ver-
15 bindung vom Entscheiderausgang auf eine dem Entscheider
im Signalweg vorgeschaltete erste Summierschaltung, ins-
besondere für mehrstufige digitale Signale.

Bei der Übertragung von digitalen Signalen über größere
20 Entfernungen mittels Koaxialkabeln kommt es durch die in
den Zwischengeneratoren enthaltenen Fernspeiseweichen
und die Blitzschutzeinrichtungen zu einer Unterdrückung
der tiefen Frequenzen der Übertragungssignale. Auch bei
der Übertragung digitalen Signale über Lichtwellenlei-
25 leitersysteme erfolgt eine Unterdrückung der tieffre-
quenten Signalanteile durch die im Empfängerverstär-
ker im Hinblick auf hohe Temperaturstabilität und ein-
fachen Aufbau verwendete Wechselstromkopplung. In al-
len Fällen ergibt sich eine Hochpaßwirkung, die zu Si-
30 gnalverformungen führt. Derartige Signalformungen und
damit auch Übertragungsstörungen können durch die Ver-
wendung sog. gleichstromfreier Codes vermieden werden,
dabei ergibt sich aber eine zusätzliche Redundanz im
Übertragungssignal und insgesamt ein höherer Aufwand
35 bei der Signalübertragung.

18. Aug. 1981 - Ah 1 Wis

In den Zwischenregeneratoren kommt es im Amplituden- und Zeitentscheider bei der Regenerierung der digitalen Signale auch zum Auftreten der vorher unterdrückten tiefen Frequenzen.

5

Es ist nun aus IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-22, Nr. 1, Jan. 1974, Seiten 1 bis 5 bekannt, mittels einer quantisierten Rückkopplung vom Entscheiderausgang auf den Entscheidereingang die bei der Übertragung unterdrückten tieffrequenten Signalanteile zurückzugewinnen. Dazu wird das regenerierte digitale Signal am Entscheiderausgang abgenommen und über einen Tiefpaß auf den Entscheidereingang zurückgekoppelt. Die Bemessung des Tiefpasses ergibt sich dabei aus seiner Übertragungsfunktion dadurch, daß die Summe aus der Übertragungsfunktion dieses Tiefpasses und des - beispielsweise als Fernspeiseweiche - vorgeschalteten Hochpasses gleich Eins sein muß. Wegen der Toleranzen in der Übertragungsfunktion des Hochpasses aufgrund von Bauelementestreuerungen müßte bei einer hochwertigen Kompensation jeder Tiefpaß auf den gerade vorgeschalteten Hochpaß abgestimmt werden. Aus diesem Grunde wird in der vorgenannten Literaturstelle ein weiterer, zusätzlicher Hochpaß mit höherer unterer Grenzfrequenz vor dem Entscheidereingang in den Signalweg eingefügt. Die Übertragungsfunktion dieses Hochpasses bestimmt wesentlich die Übertragungsfunktion der Kettenschaltung beider Hochpässe, wobei insgesamt geringere Toleranzen auftreten und damit der im Rückkopplungsweg angeordnete Tiefpaß leichter abstimmbar ist. Auch bei dieser Anordnung mit zwei Hochpässen ist aber immer noch eine Abstimmung des vorgesehenen Tiefpasses notwendig. Besondere Schwierigkeiten bei der Abstimmung können sich dabei dadurch ergeben, daß der Abstand der Grenzfrequenzen der beiden Hochpässe voneinander nicht ausreichend groß gewählt werden kann,

10
15
20
25
30
35

weil beispielsweise die Nutzbandbreite im Hinblick auf den auftretenden Störabstand nicht unnötig eingeengt werden soll. Es ist dann ein Tiefpaß höheren Grades erforderlich, der schwieriger abzugleichen ist.

5

Auch aus IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-27, Nr. 1, Januar 1979, Seiten 134 bis 142, ist die Anwendung der quantisierten Rückkopplung in einem PCM-Regenerator für eine Schrittgeschwindigkeit von 600 Mbaud bekannt.

10

Aus IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-28, Nr. 5, Mai 1980, Seiten 764 bis 771, ist ein Regenerator für vierstufige digitale Signale mit einer Bitrate von 800 Mbit/s bekannt, bei dem ebenfalls eine quantisierte Rückkopplung Anwendung findet.

15

Bei diesen Regeneratoren mit quantisierter Rückkopplung nach dem Stand der Technik werden die im Übertragungssignal aufgetretenen Hochpaßverformungen der Übertragungssignale ebenfalls dadurch beseitigt, daß die im Übertragungskanal unterdrückten tiefen Frequenzen mit Hilfe der Nichtlinearität des verwendeten Amplituden- und Zeitentscheiders aus dem übertragenen Signale wiedererzeugt und über einen abzustimmenden Tiefpaß vom Entscheiderausgang auf den Entscheidereingang rückgekoppelt werden.

20

25

Die Aufgabe der Erfindung besteht also darin, einen Regenerator für digitale Signale mit quantisierter Rückkopplung zu schaffen, für dessen Aufbau kein Abgleich eines Tiefpasses erforderlich ist.

30

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß an einen Ausgang des Entscheiders der erste Eingang einer zweiten Summierschaltung angeschlossen ist, deren zwei-

35

ter Eingang an den Ausgang einer Verzögerungsstufe mit einer Verzögerungszeit etwa entsprechend der Signallaufzeit durch den Entscheider und mit einer Phasendrehung von 180° angeschlossen ist und daß der Eingang der Verzögerungsstufe dem Eingang der ersten Summierschaltung für die zu regenerierenden Signal parallelgeschaltet ist. Von besonderem Vorteil bei der erfindungsgemäßen Lösung ist, daß sich gleichzeitig der Aufwand deutlich verringert hat und daß die quantisierte Rückkopplung sich nicht auf die Wiedergewinnung unterdrückter tieffrequenter Signalanteile beschränkt, sondern auch zur Wiedergewinnung eines oberen, bei der Übertragung unterdrückten Frequenzstandes verwendet werden kann.

Im Hinblick auf eine leichte Integrierbarkeit des Rückkopplungsweges zusammen mit den Entscheideranordnungen ist eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Regenerators so ausgebildet, daß als Verzögerungsstufe eine Transistorverstärkerstufe vorgesehen ist, so daß sich die Möglichkeit ergibt diese Verzögerungsstufe sowie erste und zweite Summierschaltung zu einem einzigen Baustein zusammenzufassen, wobei die erste Summierschaltung einen Verstärker mit niedriger Grenzfrequenz für die rückgekoppelten Signale enthält.

Im Patentanspruch 5 ist eine detailliertere Schaltung eines erfindungsgemäßen Regenerators angegeben.

Die Erfindung soll im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert werden.

In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 das Prinzipschaltbild und

Fig. 2 die detaillierte Schaltung eines erfindungsgemäßen Regenerators mit quantisierter Rückkopplung.

Die in der Fig. 1 dargestellte Prinzipschaltung besitzt einen Eingang E0, an dem die übertragenen digitalen Signale anstehen. An diesen Eingang schließt sich eine Fernspeiseweiche an, die als Hochpaß HP dargestellt ist. Wegen der Abtrennung des Versorgungsgleichstroms werden an dieser Stelle die niedrigen Frequenzanteile des Übertragungssignals unterdrückt, die Übertragungsfunktion des Hochpasses HP ist als $F(p)$ bezeichnet. An den Ausgang des Hochpasses HP ist der eine Eingang einer als Verzögerungsleitung dargestellten Verzögerungsstufe VS angeschlossen. Die Summierschaltung ist ausgangsseitig an den Entscheider E angeschlossen, in dem eine Amplitudenentscheidung und ggf. auch eine Zeitentscheidung erfolgt. Der Entscheider ist dabei in bekannter Weise so aufgebaut, daß seine Verstärkungsgrenzfrequenz etwa der höchsten Signalfrequenz entspricht. Durch die nichtlineare Amplitudenentscheidung werden im Entscheider mit einem auch die niedrigen Signalfrequenzen wieder erzeugt. Von einem Ausgang des Entscheiders E, der nicht mit dem Signalausgang für die emplituden- und zeitregenerierten Signale übereinstimmen muß, werden zumindest teilregenerierte Signale abgenommen und einem Eingang einer zweiten Summierstufe S2 zugeführt. Dem anderen Eingang dieser zweiten Summierstufe wird das Ausgangssignal der Verzögerungsstufe VS zugeführt, die Verzögerungsstufe besitzt eine Laufzeit gleich der des Entscheiders E, außerdem wird das verzögerte Signal einer Phasendrehung von 180° unterworfen. In der Summierschaltung S2 kommt es durch die Phasendrehung um 180° zur Differenzbildung zwischen dem Ausgangssignal des Hochpasses HP und dem Ausgangssignal des Entscheiders E, als Differenz erscheinen die im Entscheider E teilweise wiedergewonnenen niederfrequenten Signalanteile entsprechend der Übertragungsfunktion $1 - F(p)$, die einem zweiten Eingang der ersten Summierschaltung zugeführt werden und dort ggf. nach Verstärkung zum Eingangssignal dieser Summierschaltung addiert werden.

Die auch am Entscheidereingang benötigten tiefen Frequenzanteile des regenerierbaren Signals werden bei der erfindungsgemäßen Regeneratoranordnung also nicht über einen Tiefpaß sondern durch Differenzbildung wiedergewonnen.

- 5 Durch die Rückkopplung des Differenzsignals zum Entscheidereingang wird diesem immer genau die im vorgeschalteten Übertragungskanal unterdrückten tiefen Frequenzen amplituden- und phasenrichtig zugeführt, wobei das Maß der Unterdrückung der tiefen Frequenzen und durch Bauteiltoleranzen
10 bedingte Streuungen keine wesentliche Rolle mehr spielen. Beim Abgleich der quantisierten Rückkopplung entfällt die Abstimmung des Tiefpaß-Frequenzganges, so daß der Abgleich wesentlich erleichtert ist.

- 15 Fig. 2 zeigt einen Regenerator für ternäre digitale Signale, wobei im Vergleich zur Fig. 1 auf die Darstellung des eingangsseitigen Hochpasses HP verzichtet wurde. An den Eingang E1 ist der Basisanschluß eines ersten Transistors T1 angeschlossen, dessen Emitteranschluß mit dem
20 Basisanschluß eines zweiten Transistors T2 sowie über einen ersten Widerstand R1 mit Betriebsspannung $-U_b$ verbunden ist. Der Kollektoranschluß des ersten Transistors T1 ist über einen zweiten Widerstand R2 mit Bezugspotential verbunden. Der Emitteranschluß des zweiten Transistors T2 ist über ein erstes Potentiometer P1 mit Betriebs-
25 spannung $-U_b$ verbunden, der Schleifer des Potentiometers P1 ist über einen ersten Kondensator C1 mit Bezugspotential verbunden. Der Kollektoranschluß des Transistors T1 stellt den Ausgang der Summierschaltung S1 dar, mit diesem Kollektoranschluß sind die Eingangsanschlüsse zweier Entschei-
30 derelemente EE1, EE2 verbunden.

- Die beiden Entscheiderelemente sind identisch aufgebaut, sie enthalten jeweils einen eingangsseitigen Differenz-
35 verstärker und ein ausgangsseitiges getaktetes D-Flip-

Flop E1 bzw. E2. Die erste Stufe des eingangsseitigen Differenzverstärkers enthält jeweils einen Transistor, dessen Basisanschluß mit dem Eingang des Entscheiderelementes und dessen Kollektoranschluß mit dem Kollektoranschluß des zweiten Transistors T2 über einen dritten Widerstand R3 mit Bezugspotential verbunden ist. Die zweite Stufe des Differenzverstärkers ist über einen gemeinsamen Emitterwiderstand an die erste Stufe angekoppelt, der Basisanschluß der zweiten Stufe ist mit einer Referenzspannung U1 bzw. U2 verbunden, die einer der beiden Schwellen der ternären Signale entspricht. Die Funktion der Entscheiderelemente ist in der älteren Anmeldung P 31 19 485.0 ausführlich dargestellt. Der Kollektoranschluß des zweiten Transistors T2 ist über eine durch einen dritten Kondensator C3 überbrückte Zenerdiode ZD mit dem Basisanschluß eines dritten Transistors T3 und über einen Widerstand R4 mit Betriebsspannung $-U_b$ verbunden. Der Emitteranschluß des dritten Transistors T3 ist über ein zweites Potentiometer P2 mit Betriebsspannung $-U_b$ und der Mittelabgriff des Potentiometers P2 ist über einen zweiten Kondensator C2 mit Bezugspotential verbunden. Der Kollektoranschluß des dritten Transistors T3 ist an den Kollektoranschluß des ersten Transistors T1 angeschlossen.

25

Die Eingangsverstärkerstufe mit dem Transistor T1 stellt einen Teil der Summierschaltung S1 und außerdem der Verzögerungsstufe VS dar, die außerdem durch die Verstärkerstufe mit dem Transistor T2 gebildet wird. Durch den Transistor T2 ergibt sich neben der gewünschten Laufzeit auch eine Phasendrehung um 180° die für die Bildung der Differenz in der zweiten Summierschaltung S2 benötigt wird. Zur Verringerung der Laufzeiten werden für die Erzeugung des Rückkopplungssignals nicht die Entscheiderausgangssignale sondern vom Amplitudenvorentscheider abgenommene

35

Signale verwendet. Die zweite Summierschaltung S2 ist also hier durch die Verbindung der Kollektoranschlüsse des Transistors T2 und der Eingangstransistoren der Differenzverstärker in den Entscheiderelementen gebildet.

- 5 Durch das Potentiometer P1 ist eine Regelung des von der Verzögerungsstufe VS abgegebenen Signals hinsichtlich dessen Amplitude möglich. Durch die Verstärkerstufe mit dem Transistor T3, die zur ersten Summierschaltung S1 gehört, erfolgt eine Verstärkung des rückgekoppelten Differenz-
- 10 signals auf einen Pegel entsprechend dem durch die Eingangsverstärkerstufe T1 verstärkten Eingangssignale. Die Verstärkung in der Eingangsverstärkerstufe T1 erfolgt auf eine solche Amplitude, daß die einzelnen Amplituden-
- 15 stufen einen zur Amplitudenentscheidung in den Entscheiderelementen ausreichenden Abstand voneinander haben. Durch das Potentiometer P2 ist ein zusätzlicher Amplitudenabgleich des rückgekoppelten Signals möglich. Die im Rückkopplungsweg dem Transistor T3 vorgeschaltete kapazitiv überbrückte Zenerdiode dient zum Ausgleich zwischen
- 20 dem Potential am Basisanschluß des Transistors T3 und an den Kollektoranschlüssen des Transistors T2 bzw. der Eingangstransistoren der Entscheiderelemente.

5 Patentansprüche

2 Figuren

Patentansprüche

1. Regenerator für digitale Signal mit quantisierter Rückkopplung zur Wiedergewinnung der bei der Übertragung der
5 digitalen Signale unterdrückten Signalanteile, mit einem Entscheider, der neben einem Amplitudenentscheider auch einen Zeitentscheider enthalten kann und dessen Verstärkungsgrenzfrequenz etwa der höchsten Signalfrequenz entspricht und mit einer Verbindung vom Entscheiderausgang
10 auf eine dem Entscheider im Signalweg vorgeschaltete erste Summierschaltung, insbesondere für mehrstufige digitale Signale, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß an einen Ausgang des Entscheiders (E) der erste Eingang einer zweiten Summierschaltung (S2) angeschlossen
15 ist, deren zweiter Eingang an den Ausgang einer Verzögerungsstufe (VS) mit einer Verzögerungszeit etwa entsprechend der Signallaufzeit durch den Entscheider (E) und mit einer Phasendrehung von 180° angeschlossen ist und daß der Eingang der Verzögerungsstufe (VS) dem Eingang
20 der ersten Summierschaltung (S1) für die zu regenerierenden Signale parallelgeschaltet ist.
2. Regenerator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Verzögerungsstufe eine
25 Transistorverstärkerstufe vorgesehen ist.
3. Regenerator nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß für die Wiedergewinnung tieffrequenter Signalanteile die erste Summierschaltung (S1) einen Verstärker mit niedriger Grenzfrequenz
30 enthält, der in den Signalweg für die rückgekoppelten Signale eingeschaltet ist.

4. Regenerator nach den Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verzögerungsstufe
(VS) sowie die erste und zweite Summierschaltung (S1, S2)
zu einem einzigen Baustein zusammengefaßt sind.

5

5. Regenerator nach den Ansprüchen 1 bis 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß für die Wiedergewinnung
tieffrequenter Signalanteile eines n-stufigen digitalen
Signals mit einem Eingangsanschluß (E1) der Basisanschluß
10 eines ersten Transistors (T1) verbunden ist, dessen Emit-
terabanschluß mit dem Basisanschluß eines zweiten Trans-
stors T2 und über einen ersten Widerstand mit Betriebs-
spannung $-U_b$ verbunden ist, daß der Emitteranschluß des
zweiten Transistors (T2) über einen erstes Potentiometer
15 (P1) mit Betriebsspannung ($-U_b$) verbunden ist und dabei
der Schleiferanschluß des Potentiometers (P1) über einen
ersten Kondensator (C1) mit Bezugspotential verbunden ist,
daß eine gegenüber der Anzahl n der Amplitudenstufen um
1 verringerte Anzahl an Entscheider-elementen (EE1, EE2)
20 vorgesehen ist, daß die Entscheider-elemente jeweils ei-
nen eingangsseitigen Differenzverstärker mit nachgeschal-
tetem getaktetem D-Flip-Flop enthalten und dabei die Re-
ferenzspannung bzw. die Schaltschwelle des getakteten
D-Flip-Flops einer der Schwellen des zu regenerierenden
25 digitalen Signals entsprechen, daß der Kollektoranschluß
des zweiten Transistors (T2) und die Kollektoranschlüsse
der Eingangsstufen der Differenzverstärker der Entscheider-
elemente miteinander, über eine durch einen dritten Konden-
sator (C3) überbrückte Zenerdiode (ZD) mit dem Basisan-
30 schluß eines dritten Transistors (T3) sowie über einen
dritten Widerstand (R3) mit Bezugspotential verbunden sind,
daß der Basisanschluß des dritten Transistors (T3) über
einen vierten Widerstand (R4) und der Emitteranschluß die-
ses Transistors über einen zweiten Potentiometer (P2) mit
35 Betriebsspannung ($-U_b$) verbunden sind, daß der Mittelab-

0073400

- 11 - VPA 81 P 6515 E

griff des zweiten Potentiometers (P2) über einen zweiten
Kondensator (C2) mit Bezugspotential verbunden ist und
daß der Kollektoranschluß des dritten Transistors (T3)
mit dem Kollektoranschluß des ersten Transistors (T1) mit
5 den Eingangsanschlüssen der Entscheider Elemente (EE1, EE2)
und über einen zweiten Widerstand (R2) mit Bezugspoten-
tial verbunden ist.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
0073400

EP 82107448.1

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 2)
D, A	IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol. COM-28, May 1980, Institut of Electrical and Electronics Engineers, New York TOKUHIRO KITAMI "An Experimental 800 Mbit/s Four-Level Repeater Com- patible with the 60 MHz Analog System" Seiten 764-771 * Fig. 9 *	1	H 04 B 3/36 H 04 L 25/20 H 04 L 25/03 H 04 B 3/04
D, A	IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol. COM-27, January 1979, Institut of Electrical and Electronics Engineers, New York BRIAN GIBSON "Equalization Design for a 600 MBd Quantized Feedback PCM Repeater" Seiten 134-142 * Fig. 1 *	1.	
A	DE - A - 2 207 275 (HOROWITZ) * Fig. 2 *	1	
A	DE - A1 - 2 916 376 (COMPAGNE INDU- STRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT- -ALCATEL) * Fig. 1 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 15-11-1982	Prüfer DRÖSCHER
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument</div>			

1/1

FIG 1

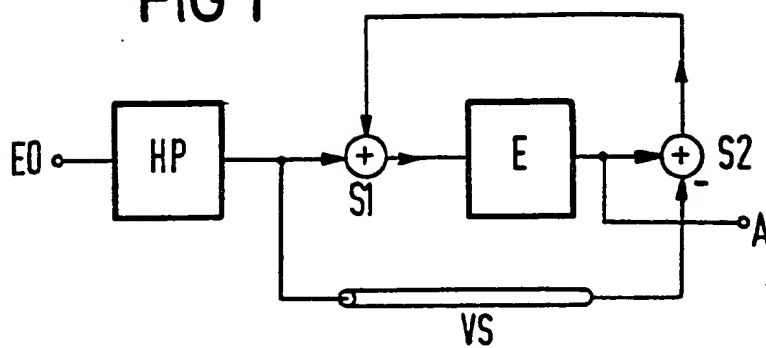


FIG 2

